

加振時の堤体天端沈下挙動に及ぼす入力および応答加速度の影響

農研機構 農村工学研究部門 正会員 ○林田 洋一
 東京農工大学大学院 正会員 向後 雄二
 農研機構 農村工学研究部門 増川 晋
 農研機構 農村工学研究部門 正会員 田頭 秀和

1. 目的

平成20年岩手・宮城内陸地震では、荒砥沢ダムにおいて基礎の地震計が最大加速度 10.24m/s^2 を示すとともに、天端での加速度応答倍率が1.0を下回る現象が確認されている。また、堤体天端部で最大38cmの沈下が確認されたものの、ダムの安全性に重大な影響は認められなかった。この事例の他に、大規模地震時に堤体天端部で沈下が確認される事例は複数報告されている。

そこで、地震時のフィルダム堤体変形メカニズム解明の一助として、不飽和土質材料を用いた遠心力場における振動模型実験を比較的単純な条件下で実施し、入力加速度および天端応答加速度と天端沈下量の関係について検証したので報告する。

2. 実験条件

実験に用いた模型の概要を図-1に示す。本実験では、 300m/s^2 の遠心力場において加振を実施したため、図中には模型の寸法をプロトタイプ換算(30倍)した数値で示している。プロトタイプ換算した模型の堤高は6m、天端幅は1.5m、堤敷き幅は31.5m、上流および下流斜面の法勾配は1:2.5である。模型は、含水比5%に調整した6号珪砂を乾燥密度 1.54g/m^3 に締め固め作製した。なお、使用した6号珪砂の最大乾燥密度は 1.68g/cm^3 、最小乾燥密度は 1.40g/cm^3 である。実験に当たっては、地震時の堤体天端部での応答加速度および振動台により入力された加速度を計測するため堤体天端部(A1)および土槽外面底部(AT)に加速度計を設置した(図-1)。また、土槽上面に剛結したフレームにレーザー変位計(LV1)をボルトで固定し、堤体天端部の沈下量を計測した。

加振は、周波数4Hzおよび10Hzの正弦波の振幅を段階的に増加させることで行った。各周波数ともに14回の加振を実施した。加速度計ATで計測された各加振時の最大加速度値(絶対値)を表1に示す。表1より、

連絡先 〒305-8609 茨城県つくば市観音台2-1-6

両周波数ともに概ね振幅が漸増する傾向を示すが、10Hzの場合に比べ4Hzの方が大きな加速度が入力される結果となった。入力された4Hzおよび10Hzの正弦波の一例を図-2に示す。両波形ともに、振動台の動作を安定させる目的で前後5波分は振幅を掃引しており、最大の振幅を示す波数は4Hzで3波、10Hzで50波に設定している。なお、4Hzでの波数を少なくしたのは、土構造物の固有周波数に近いと想定されるため、10Hzの場合に比べ変形および破壊が早期に進展すると考えたためである。

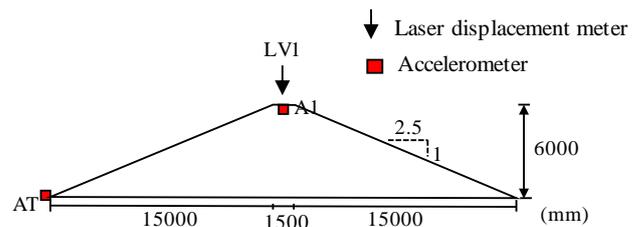


図-1 実験模型の概要

表1 加振条件 (AT)

	Step1	Step2	Step3	Step4	Step5	Step6	Step7
4 Hz	1.33	1.93	1.98	3.34	5.39	5.67	5.06
10 Hz	0.46	0.89	2.04	3.62	3.59	4.11	4.56
	Step8	Step9	Step10	Step11	Step12	Step13	Step14
4 Hz	7.51	7.46	8.47	8.14	9.15	10.64	12.1
10 Hz	5.22	6.14	6.13	6.61	8.36	8.45	8.32

(Unit: m/s^2)

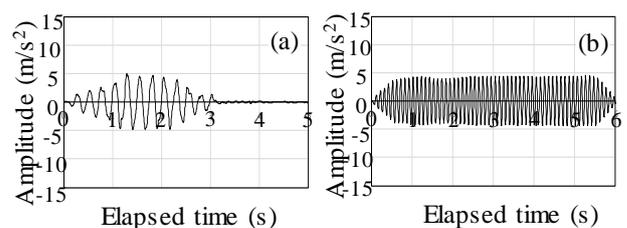


図-2 入力波形の一例(AT); (a) 4 Hz、(b) 10 Hz

農研機構 農村工学研究部門 Tel: 029(838)7571

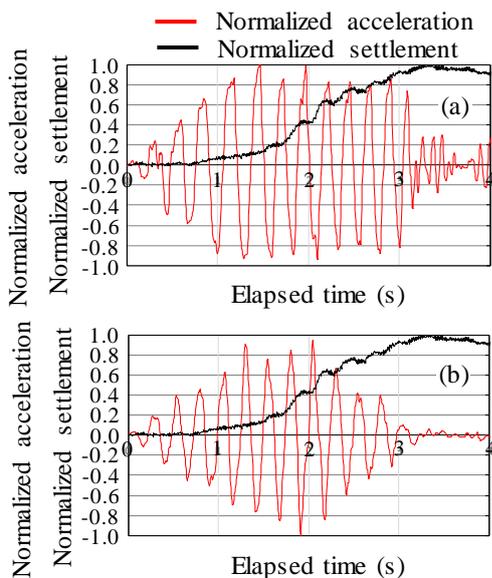


図-3 加速度および天端沈下量の経時変化 (4Hz)
(a) 加速度 : A1、(b) 加速度 : AT

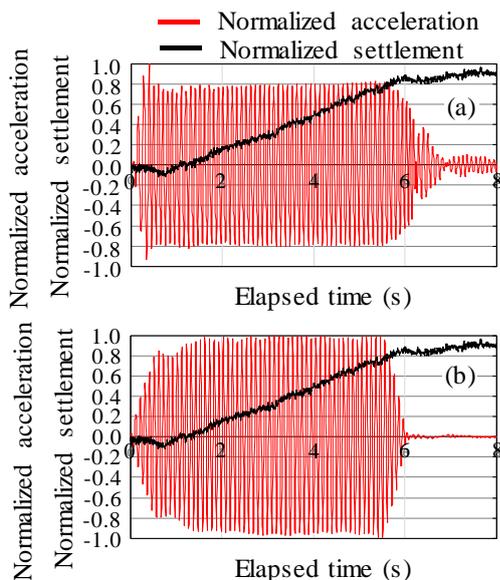


図-4 加速度および天端沈下量の経時変化 (10Hz)
(a) 加速度 : A1、(b) 加速度 : AT

3. 実験結果と考察

両ケースの Step 6 で計測された加速度 (A1、AT) および天端沈下量 (LV1) の時刻歴を図-3、4 に示す。図中では、加速度を最大加速度値 $|Acc.|_{max}$ 、天端沈下量を最大沈下量 $|Disp.|_{max}$ で正規化している。4Hz での $|Acc.|_{max}$ は A1 : $7.07m/s^2$ 、AT : $5.67m/s^2$ 、 $|Disp.|_{max}$ は 29.9mm、10Hz での $|Acc.|_{max}$ は A1 : $7.54m/s^2$ 、AT : $4.11m/s^2$ 、 $|Disp.|_{max}$ は 14.0mm である。両図より、加振の継続とともに天端沈下量が漸増していき、入力動の振幅低下時、強制振動終了後の自由振動時にも沈下が継続的に進行してい

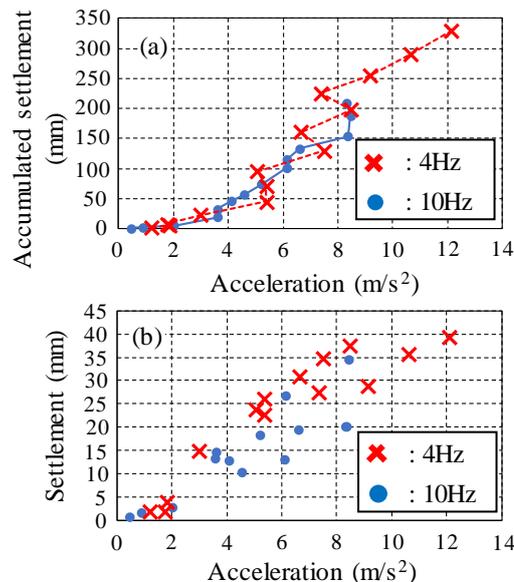


図-5 入力加速度(AT)と天端沈下量 (LV1) の関係
(a) 累積沈下量、(b) 各ステップでの沈下量

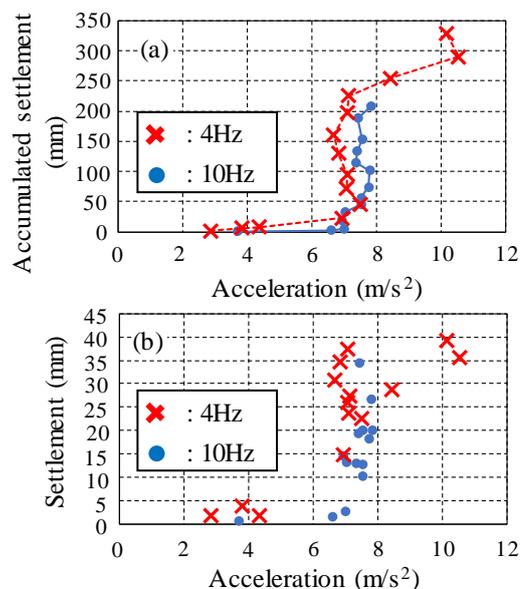


図-6 天端応答加速度(A1)と天端沈下量 (LV1) の関係
(a) 累積沈下量、(b) 各ステップでの沈下量

る。図-5、6 に天端沈下量と入力および天端応答加速度の関係を示す。図-5 より、入力加速度が大きくなる程、天端での沈下量は増加し、累積沈下量も増大している。一方、図-6 では、天端応答加速度が $6\sim 8m/s^2$ 間で沈下量の値に幅があり、天端での応答加速度と沈下量の間には明瞭な関係が認められない。このことは、入力動が大きくなることで天端での沈下量が頭打ちとなること、堤体の応答に伴う慣性力の大きさに関係なく天端での沈下が進行するためと考えられる。

*本研究は、科研費 (18K05892) の助成により実施しました。